

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 03 405.6 ✓

Anmeldetag: 29. Januar 2003 ✓

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG,
81669 München/DE

Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zur
Frequenzsynthese

IPC: H 03 B 21/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zur Frequenzsynthese

- 5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Frequenzsynthese, insbesondere zur Frequenzsynthese unter Verwendung von digital gesteuerten Oszillatoren.
- 10 In der Halbleiterelektronik werden häufig Oszillatoren verwendet, welche nur bestimmte Frequenzen erzeugen können. Ein Beispiel hierfür sind digital gesteuerte Oszillatoren („Digitally Controlled Oscillator“, DCO). Ein solcher digital gesteuerter Oszillator ist beispielhaft in Figur 1
- 15 dargestellt. Dem digital gesteuerten Oszillator 1 wird dabei ein Parameter s_{in} zugeführt, welcher nur eine endliche Anzahl diskreter Werte annehmen kann. Der Parameter kann irgend eine physikalische Größe sein, wie Strom, Spannung, Kapazität, Induktivität, Widerstand und dergleichen. Der Wert, der von
- 20 diesem Parameter angenommen wird, ist üblicherweise durch den Status (Wert) eines digitalen Busses bestimmt. Im Folgenden werden die verschiedenen möglichen Werte des digitalen Busses als digitale Wörter bezeichnet und mit D_1, D_2, \dots, D_N bezeichnet. Die Menge aller digitalen Wörter wird als
- 25 $S(D) = \{D_1, D_2, \dots, D_N\}$ bezeichnet. Einem spezifischen Wert des Eingangsparameters s_{in} , also einem spezifischen digitalen Wort aus der Menge $S(D)$, ist eineindeutig eine Ausgangsfrequenz des Ausgangssignals f_{out} des digital gesteuerten Oszillators 1 zugeordnet. Daraus ergibt sich,
- 30 dass der digital gesteuerte Oszillator nur eine diskrete Menge von Ausgangsfrequenzen erzeugen kann. Diese Frequenzen werden im Folgenden mit f_1, f_2, \dots, f_N bezeichnet, und die entsprechende Menge aller möglichen Frequenzen wird mit $S(f)$ bezeichnet. Es wird angenommen, dass die Frequenz f_i dem
- 35 digitalen Wort D_i zugeordnet ist.

Bei manchen Anwendungen kann es vorkommen, dass eine Frequenz von dem digital gesteuerten Oszillator erzeugt werden soll, welche nicht in der Menge $S(f)$ enthalten ist. Beispiel hierfür ist eine Regelschleife, bei der die Ausgangsfrequenz des digital gesteuerten Oszillators auf ein Vielfaches einer bestimmten Referenzfrequenz geregelt werden soll, beispielsweise durch Benutzung einer Phasenregelschleife („Phase Locked Loop“, PLL). Diese Referenzfrequenz oder ihre Vielfachen sind im Allgemeinen unabhängig von den Frequenzen, welche von dem digital gesteuerten Oszillator erzeugt werden können, und stimmen daher im Allgemeinen nicht mit Elementen der Menge $S(f)$ überein.

Bisher wurde dieses Problem durch Techniken gelöst, welche üblicherweise in größerem Umfang analoge Schaltkreise benutzen. Ein Beispiel hierfür ist die N-Frequenzteilersynthese, welche für drahtlose Datenübertragung benutzt wird. Dabei wird ein Oszillator, in diesem Fall ein spannungsgesteuerter Oszillator, von analogen Steuersignalen angesteuert. Die gewünschte Ausgangsfrequenz wird erzeugt, indem ein N-Frequenzteiler im Rückkopplungspfad der Frequenzsynthesevorrichtung benutzt wird. Üblicherweise wird dabei das Modul des N-Frequenzteilers von einem Delta-Sigma-Modulator höherer Ordnung (≥ 2) digital gesteuert, um störende Anteile des Ausgangsspektrums der Synthesevorrichtung zu verringern. Diese Lösung erfordert jedoch die Verwendung analoger Schaltkreise mit den typischen damit einhergehenden Problemen. Ein Beispiel hierfür sind Änderungen in der Verstärkung aufgrund von Leistungs-, Spannungs- oder Temperaturänderungen. Zudem kann diese Lösung nicht direkt auf digitale Frequenzsynthesearchitekturen, bei denen kein Rückkopplungspfad vorhanden ist, übertragen werden.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, womit eine möglichst genaue Frequenzsynthese mit geringem Aufwand

realisiert werden kann und insbesondere der Einsatz einer digitalen Steuerung möglich ist.

5 Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1 bzw. ein Verfahren nach Anspruch 10. Die Unteransprüche definieren bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung.

10 Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, Oszillatormittel, welche zur Erzeugung einer an einem Ausgang abgreifbaren Ausgangsfrequenz aus einer Menge von mindestens zwei möglichen Ausgangsfrequenzen ansteuerbar sind, so anzusteuern, dass die Oszillatormittel zur Erzeugung einer gewünschten Frequenz, welche nicht in der Menge möglicher
15 Ausgangsfrequenzen enthalten ist, mindestens zwei verschiedene Ausgangsfrequenzen aus der Menge möglicher Ausgangsfrequenzen im Wechsel derart erzeugt, dass der Mittelwert der erzeugten Ausgangsfrequenzen über einen Zeitraum im Wesentlichen die gewünschte Frequenz ist.
20

25 Der Wechsel der mindestens zwei erzeugten Ausgangsfrequenzen erfolgt dabei bevorzugt mit einer mittleren Frequenz, welche größer ist als der Kehrwert des Zeitraums, über welchen der Mittelwert gebildet wird. Die Oszillatormittel können dabei einen digital gesteuerten Oszillator umfassen oder durch ihn gebildet sein. Es ist aber beispielsweise auch denkbar, dass die Oszillatormittel aus mehreren einzelnen Oszillatoren bestehen, welche jeweils nur eine einzige Frequenz erzeugen.

30 Die Oszillatormittel bzw. der digital gesteuerte Oszillator können dabei beispielsweise einen Ringoszillator umfassen, welchem zur Ansteuerung ein Strom aus einer Menge von möglichen Strömen zuführbar ist. Alternativ oder zusätzlich kann ein LC-Glied vorhanden sein, durch welches die
35 Ausgangsfrequenz bestimmbar ist. Dabei kann das LC-Glied eine oder mehrere schaltbare Kapazitäten umfassen, so dass die Gesamtkapazität des LC-Gliedes geändert werden kann und somit

die Ausgangsfrequenz gesteuert werden kann. Alternativ kann die Kapazität des LC-Gliedes eine oder mehrere Varaktordioden umfassen, durch deren Ansteuerung ebenfalls die Gesamtkapazität des LC-Gliedes geändert werden kann.

- 5 Zusätzlich kann die Vorrichtung einen oder mehrere mit dem Ausgang der Oszillatormittel verschaltete Frequenzteiler umfassen.

- 10 Die Erfindung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 das Prinzip eines digital gesteuerten Oszillators,

- 15 Figur 2 den digital gesteuerten Oszillator aus Figur 1 mit einer Ansteuerung,

Figur 3 ein lineares Modell eines digital gesteuerten Oszillators,

20

Figur 4 eine mögliche Ausführungsform eines digital gesteuerten Oszillators,

Figur 5 eine zweite mögliche Ausführungsform eines digital gesteuerten Oszillators,

Figur 6 eine dritte mögliche Ausführungsform eines digital gesteuerten Oszillators,

- 30 Figur 7 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung von Schaltungssimulationen, und

Figuren 8a-8c simulierte Signalverläufe der in Figur 7 dargestellten Schaltung.

35

Figur 1 zeigt, wie Eingangs genau erläutert das Prinzip eines digital gesteuerten Oszillators 1.

In Figur 2 ist gegenüber Figur 1 zusätzlich eine Steuervorrichtung 2 zur Ansteuerung des digital gesteuerten Oszillators 1 vorhanden. Bei der Steuervorrichtung kann es sich beispielsweise um einen digitalen Prozessor handeln, welcher den digital gesteuerten Oszillator 1 über einen digitalen Kontrollbus ansteuert. Über den digitalen Kontrollbus wird ein digitales Steuersignal s_{in} an den digital gesteuerten Oszillator 1 gesendet. Dieses digitale Steuersignal s_{in} kann Werte, beispielsweise Stromwerte, Spannungswerte oder Widerstandswerte, aus einer endlichen Menge möglicher Eingangssignale $S(D)$ annehmen. In Abhängigkeit von dem Steuersignal s_{in} erzeugt der digital gesteuerte Oszillator 1 ein Ausgangssignal f_{out} , dessen Frequenz in eineindeutiger Weise jeweils einem bestimmten Steuersignal s_{in} aus der Menge $S(D)$ zugeordnet ist. Daraus ist ersichtlich, dass die Ausgangsfrequenz ebenfalls aus einer endlichen Menge $S(f)$ möglicher Ausgangsfrequenzen stammt.

Ist es nun nötig oder gewünscht, ein Ausgangssignal f_{out} mit einer Frequenz zu erzeugen, welche nicht in der Menge $S(f)$ enthalten ist, steuert erfindungsgemäß die Steuervorrichtung 2 den digital gesteuerten Oszillator 1 so an, dass dieser mindestens zwei verschiedene Frequenzen aus der Menge $S(f)$ erzeugt, so dass das zeitliche Mittel der Frequenz des Ausgangssignals f_{out} genau diese gewünschte Frequenz ergibt.

Die zeitliche Mittelung erfolgt dabei über einen Zeitraum T_{av} . Der Wert von T_{av} hängt von der jeweiligen Anwendung ab. Der kleinstmögliche Wert für T_{av} ist eine Periode des Ausgangstaktes des digital gesteuerten Oszillators.

Als vereinfachtes Beispiel für eine erfindungsgemäße Vorrichtung kann dabei ein digital gesteuerter Oszillator dienen, welcher von einem Ein-Bit-Bus kontrolliert wird, durch den zwei Werte des Steuersignals s_{in} , nämlich $D1=0$ und

- D2=1, übertragen werden können. Der digital gesteuerte Oszillator kann damit zur Ausgabe von nur zwei Frequenzen, nämlich f_1 und f_2 angesteuert werden. Wenn nun die Erzeugung einer Frequenz, die genau zwischen diesen beiden Frequenzen f_1 und f_2 liegt, nämlich $(f_1+f_2)/2$, gewünscht wird, kann dies realisiert werden, indem das Steuersignal s_{in} mit einem Tastverhältnis von 50% zwischen den Werten D1 und D2 wechselt.
- 10 Im Allgemeinen kann eine gewünschte Frequenz auch durch Mittelung über mehr als zwei Frequenzen erzeugt werden, indem das Steuersignal s_{in} zwischen den entsprechenden Werten aus der Menge $S(D)$ wechselt.
- 15 Um eine korrekte Ausgangsfrequenz zu erhalten, muss eine mittlere Umschaltfrequenz f_s zwischen den verschiedenen nötigen Steuersignalen s_{in} aus der Menge $S(D)$ größer sein als das Inverse des Mittelungszeitraums T_{av} . Wie viel größer hängt auch davon ab, wie schnell das Ausgangssignal f_{out} des digital gesteuerten Oszillators auf Änderungen des Steuersignals s_{in} reagiert.
- 20 Diese Trägheit kann anhand des in Figur 3 dargestellten linearen Modells eines digital gesteuerten Oszillators verstanden werden. Bei diesem Modell wird das Steuersignal s_{in} zunächst einem Tiefpassfilter 3 zugeführt, welcher aus dem Steuersignal s_{in} ein gefiltertes Steuersignal s_{filt} herstellt. In dem linearen Modell wird davon ausgegangen, dass die Frequenz des Ausgangssignals f_{out} linear von dem gefilterten Eingangssignal s_{filt} abhängen soll. Der lineare Oszillator multipliziert demnach vereinfacht dargestellt das Signal s_{filt} mit einer Konstante K , um ein Zwischensignal f_k mit einer Zwischenfrequenz zu erhalten. Um das Ausgangssignal f_{out} zu erhalten, wird zu der Frequenz des Zwischensignals f_k noch eine Frequenz f_0 addiert, welche der Frequenz des digital gesteuerten Oszillators entspricht, wenn das Steuersignal s_{in} gleich null ist.
- 25
- 30
- 35

Die Trägheit des digital gesteuerten Oszillators hängt dabei von der Grenzfrequenz des Tiefpassfilters ab. Eine kleine Grenzfrequenz bedeutet eine große Trägheit bzw. einen großen
5 intrinsischen Mittelungseffekt des digital gesteuerten Oszillators.

Wenn der Mittelungszeitraum T_{av} nur eine Periode des Ausgangstaktes des digital gesteuerten Oszillators beträgt
10 (keine Mittelung), dann muss der Wert von s_{in} mehrmals während der Zeit T_{av} geändert werden ($f_s \gg 1/T_{av}$). Wenn der digital gesteuerte Oszillator träge genug ist, kann f_s aufgrund des intrinsischen Mittelungseffekts des digital
15 gesteuerten Oszillators reduziert werden. Wenn der intrinsische Mittelungseffekt des digital gesteuerten Oszillators besonders groß ist, kann als Steuersignal s_{in} auch ein Bitstrom verwendet werden, welcher nach dem Delta-Sigma-Prinzip erzeugt wurde. Das Hochfrequenzrauschen, das dabei entsteht, wird durch den Tiefpassfilter entfernt, bevor
20 das Ausgangssignal f_{out} erzeugt wird.

Im Folgenden sollen verschiedene Realisierungsmöglichkeiten für den digital gesteuerten Oszillator erläutert werden.

25 Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines digital gesteuerten Oszillators aufgrund eines Ringoszillators. Der eigentliche Ringoszillator wird dabei aus Transistoren T und Widerständen R als Kette hintereinander geschalteter Inverter gebildet. Die Frequenz des Ringoszillators wird dabei durch
30 den Strom bestimmt, welcher durch die Transistoren T des Ringoszillators fließt. Dieser Strom wird durch eine Stromquelle I0 und durch Schalter S1-S4 schaltbare Stromquellen I1-I4 bestimmt. Der derart bestimmte Gesamtstrom wird durch den Stromspiegel M1-M4 auf den Ringoszillator
35 übertragen. Die digitale Ansteuerung des derart ausgestalteten Oszillators geschieht dabei durch Öffnen und Schließen der Schalter S1-S4. Durch Schließen der Schalter

S1-S4 wird der jeweilige Strom I1-I4 zum Mindeststrom I0 addiert.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, einen LC-Schwingkreis als digital gesteuerten Oszillator zu verwenden. Dabei wird die Oszillationsfrequenz durch die Werte der Induktivität L und der Gesamtkapazität C bestimmt. Als Ausgangsfrequenz f_{out} ergibt sich dabei in erster Näherung der Wert $1/(2\pi \times \sqrt{LC})$.

Die digitale Steuerung der Ausgangsfrequenz kann dabei durch Variation der Gesamtkapazität C erfolgen. Wenn C nur eine endliche Anzahl von diskreten Werten annehmen kann, kann auch die Ausgangsfrequenz des digital gesteuerten Oszillators nur eine diskrete Anzahl von Werten annehmen.

Ein erstes Beispiel hierfür ist in Figur 5 dargestellt. Die Gesamtkapazität C wird bei dem in Figur 5 dargestellten Oszillator durch die Kapazitäten C1-C7 gebildet. Dabei sind die Kapazitäten C1-C6 durch Schalter S5-S10 schaltbar. Somit kann die Gesamtkapazität durch Betätigung der Schalter variiert werden. Die Induktivität L bleibt dabei fest. Zusätzlich ist eine Ansteuerungsschaltung 6 vorhanden, welcher ein fester Strom I_{bias} zugeführt wird. Diese dient dazu, im Schwingkreis auftretende Verluste zu kompensieren. Das Ausgangssignal kann dann an den mit f_{out} oder $f_{out,q}$ gekennzeichneten Anschlüssen abgegriffen werden.

Ein ähnlicher Oszillator ist in Figur 6 dargestellt. Statt der Kapazitäten aus Figur 5 sind nun Varaktordioden V1-V3 vorhanden, deren Kapazität sich durch eine an den Anschlüssen b_0 - b_2 angelegte Spannung steuern lässt. Somit kann die Gesamtkapazität wiederum eingestellt werden und die Ausgangsfrequenz des Oszillators gesteuert werden. Im übrigen ist der Aufbau des in Figur 6 dargestellten Oszillators identisch mit dem in Figur 5 dargestellten. Der Vorteil der in Figur 6 dargestellten Schaltung gegenüber der in Figur 5 dargestellten ist, dass keine Schalter benötigt werden.

Ein digital gesteuerter Oszillator analog dem in Figur 6 dargestellten wurde zur Durchführung von Simulationen benutzt. Die zur Simulation verwendete Struktur ist schematisch in Figur 7 dargestellt.

5

Es wird ein von einem Ein-Bit-Steuersignal s_{in} digital gesteuerter Oszillator 1 auf Basis eines LC-Schwingkreises benutzt. Der digital gesteuerte Oszillator kann nur zwei Frequenzen erzeugen: 2,1 GHz und 2,18 GHz. Die

10

Ausgangsfrequenz wird zunächst durch einen ersten Frequenzteiler 7 durch sechs geteilt und dann durch einen zweiten Frequenzteiler 8 nochmals durch vier geteilt, so dass die Frequenz insgesamt durch 24 geteilt wird. Demnach können mit der Anordnung insgesamt die beiden Frequenzen 87,5 MHz und 90,8 MHz erzeugt werden. Nun soll mit dieser Anordnung eine Frequenz von 89,2 MHz erzeugt werden, welche genau zwischen diesen beiden Frequenzen liegt. Dies kann erreicht werden, indem das Steuerbit zwischen den beiden Zuständen mit 50% Tastverhältnis umgeschaltet wird. In der im Folgenden

15

20

dargestellten Simulation betrug die Umschaltzeit zwei Nanosekunden.

Figur 8 zeigt die Ergebnisse der Simulation. In Figur 8a ist der zeitliche Verlauf der Spannung des Steuersignals sowie der zeitliche Verlauf der Frequenz sowie der Spannung des von dem digital gesteuerten Oszillator erzeugten Signals f_{out} dargestellt. In den Figuren 8b und 8c sind jeweils der zeitliche Verlauf der Frequenz und der Spannung des Signals nach dem ersten bzw. dem zweiten Frequenzteiler dargestellt.

5

30

Wie in Figur 8c zu sehen, schwankt die Ausgangsfrequenz nur wenig um den gewünschten Wert von 89,2 MHz. Der relative Frequenzfehler am Ausgang des digital gesteuerten Oszillators beträgt 3,7%. Durch die Frequenzteiler wird der Mittelungszeitraum verlängert. Am Ausgang des zweiten Frequenzteilers beträgt der relative Frequenzfehler nur noch 0,22%. Durch eine kürzere Umschaltzeit könnte ein noch kleinerer Frequenzfehler erreicht werden.

35

Damit ist gezeigt, dass durch eine erfindungsgemäße
Vorrichtung bzw. ein erfindungsgemäßes Verfahren eine
Ausgangsfrequenz erzeugt werden kann, welche nicht direkt
5 einer von dem verwendeten Oszillator erzeugbaren Frequenz
entspricht.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Frequenzsynthese, umfassend
5 Oszillatormittel (1), welche zur Erzeugung eines an einem
Ausgang abgreifbaren Ausgangssignals (f_{out}) mit einer Frequenz
aus einer Menge von mindestens zwei möglichen
Ausgangsfrequenzen ansteuerbar sind, und
eine Steuervorrichtung (2) zur Ansteuerung der
10 Oszillatormittel (1),
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Steuervorrichtung (2) derart ausgestaltet ist, dass
sie zur Erzeugung einer gewünschten Frequenz, welche nicht in
der Menge möglicher Ausgangsfrequenzen enthalten ist, die
15 Oszillatormittel (1) derart ansteuert, dass diese im Wechsel
mindestens zwei verschiedene Ausgangsfrequenzen aus der Menge
möglicher Ausgangsfrequenzen derart erzeugen, dass der
Mittelwert der erzeugten Ausgangsfrequenzen über einen
bestimmten Zeitraum im Wesentlichen die gewünschte Frequenz
20 ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Steuervorrichtung (1) derart ausgestaltet ist, dass
25 sie die Oszillatormittel (1) so ansteuert, dass der Wechsel
der mindestens zwei erzeugten Ausgangsfrequenzen mit einer
mittleren Frequenz erfolgt, welche größer ist als der
Kehrwert des bestimmten Zeitraums.
- 30 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Oszillatormittel einen digital gesteuerten
Oszillator (1) umfassen.
- 35 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

12

dass die Oszillatormittel einen Ringoszillator umfassen, wobei dem Ringoszillator zur Ansteuerung ein Strom aus einer Menge von möglichen Strömen (I_0, \dots, I_4, \dots) zuführbar ist.

5 5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Oszillatormittel (1) ein LC-Glied umfassen, durch welches die Ausgangsfrequenz bestimmbar ist.

10 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gesamtkapazität des LC-Gliedes mindestens eine Kapazität (C1-C6) umfasst, welche zur Ansteuerung des Oszillators schaltbar ist.

15 7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapazität des LC-Gliedes mindestens eine Varaktordiode (V1-V3) umfasst, welche zur Ansteuerung des Oszillators ansteuerbar ist.

20 8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung einen mit dem Ausgang der Oszillatormittel (1) verschalteten Frequenzteiler (7,8) umfasst.

25 9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung digital ausgestaltet ist.

30 10. Verfahren zur Frequenzsynthese mit zur Erzeugung eines Ausgangssignals (f_{out}) mit einer Ausgangsfrequenz aus einer Menge möglicher Ausgangsfrequenzen ansteuerbaren Oszillatormitteln, dadurch gekennzeichnet,

13

dass die Oszillatormittel zur Erzeugung einer gewünschten Frequenz, welche nicht in der Menge möglicher Ausgangsfrequenzen enthalten ist, derart angesteuert werden, dass sie mindestens zwei verschiedene Ausgangsfrequenzen aus der Menge möglicher Ausgangsfrequenzen im Wechsel so erzeugen, dass der Mittelwert der mindestens zwei erzeugten Ausgangsfrequenzen über einen bestimmten Zeitraum der gewünschten Frequenz entspricht.

10 11. Verfahren nach Anspruch 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der Wechsel der mindestens zwei erzeugten
Ausgangsfrequenzen mit einer mittleren Frequenz erfolgt,
welche größer als der Kehrwert des bestimmten Zeitraums ist.

15

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das Verfahren mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-9 durchgeführt wird.

20

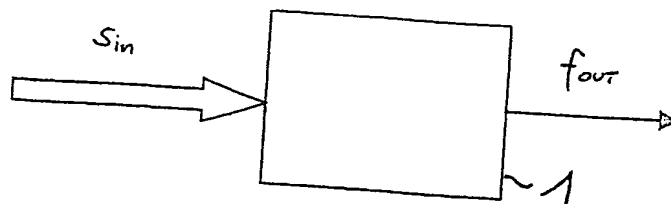


Fig. 1

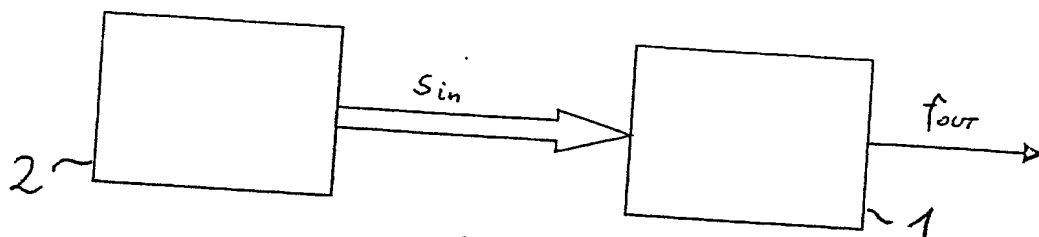


Fig. 2

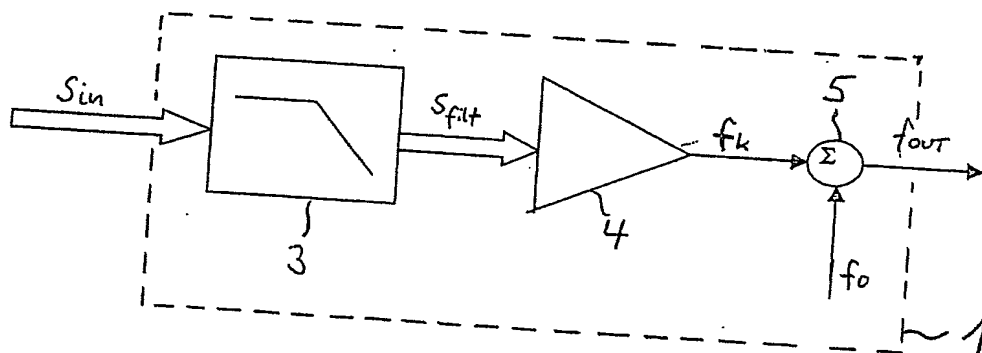


Fig. 3

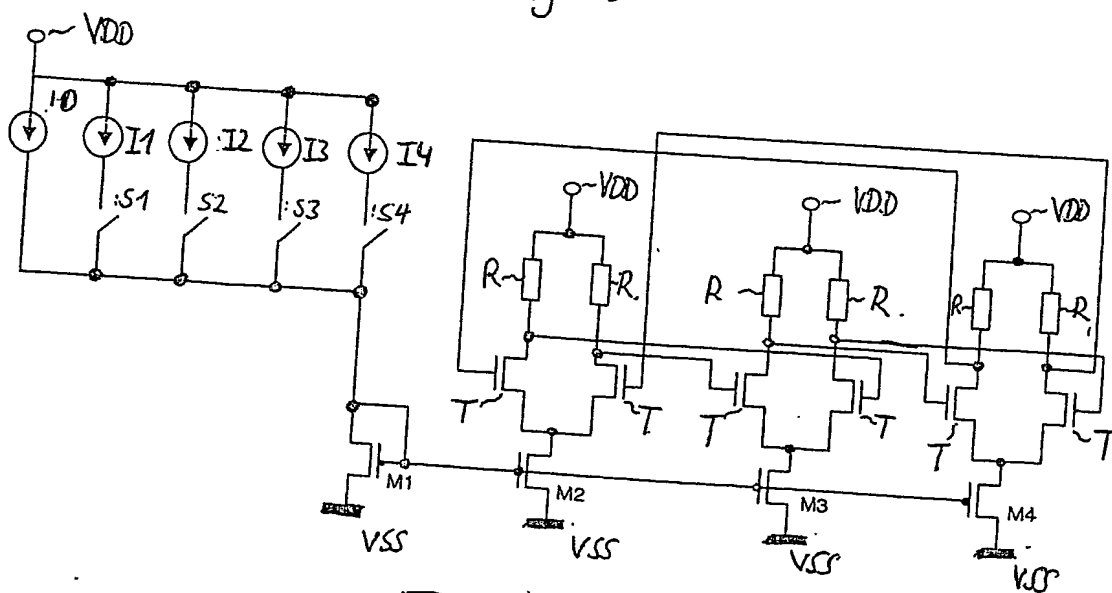


Fig. 4

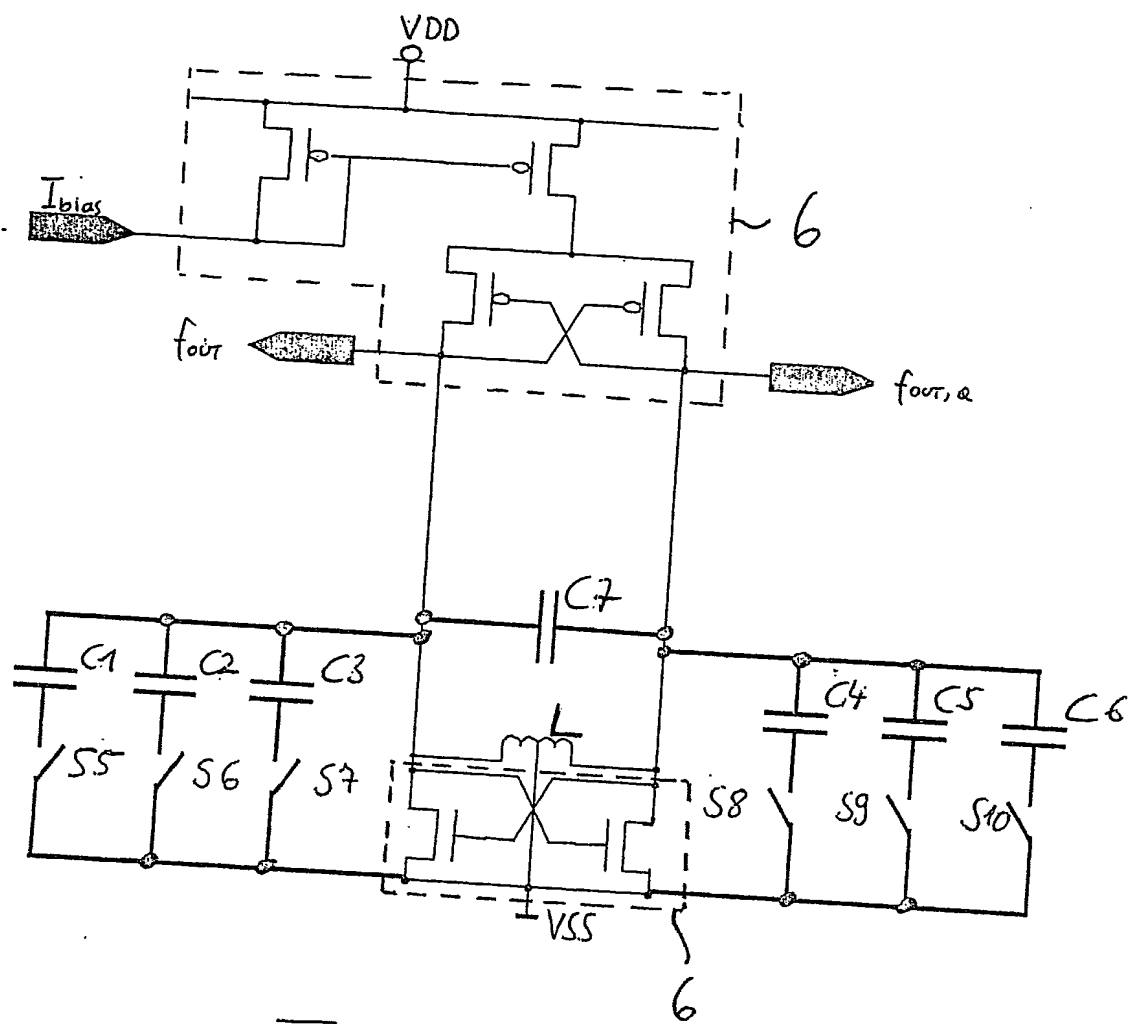


Fig. 5

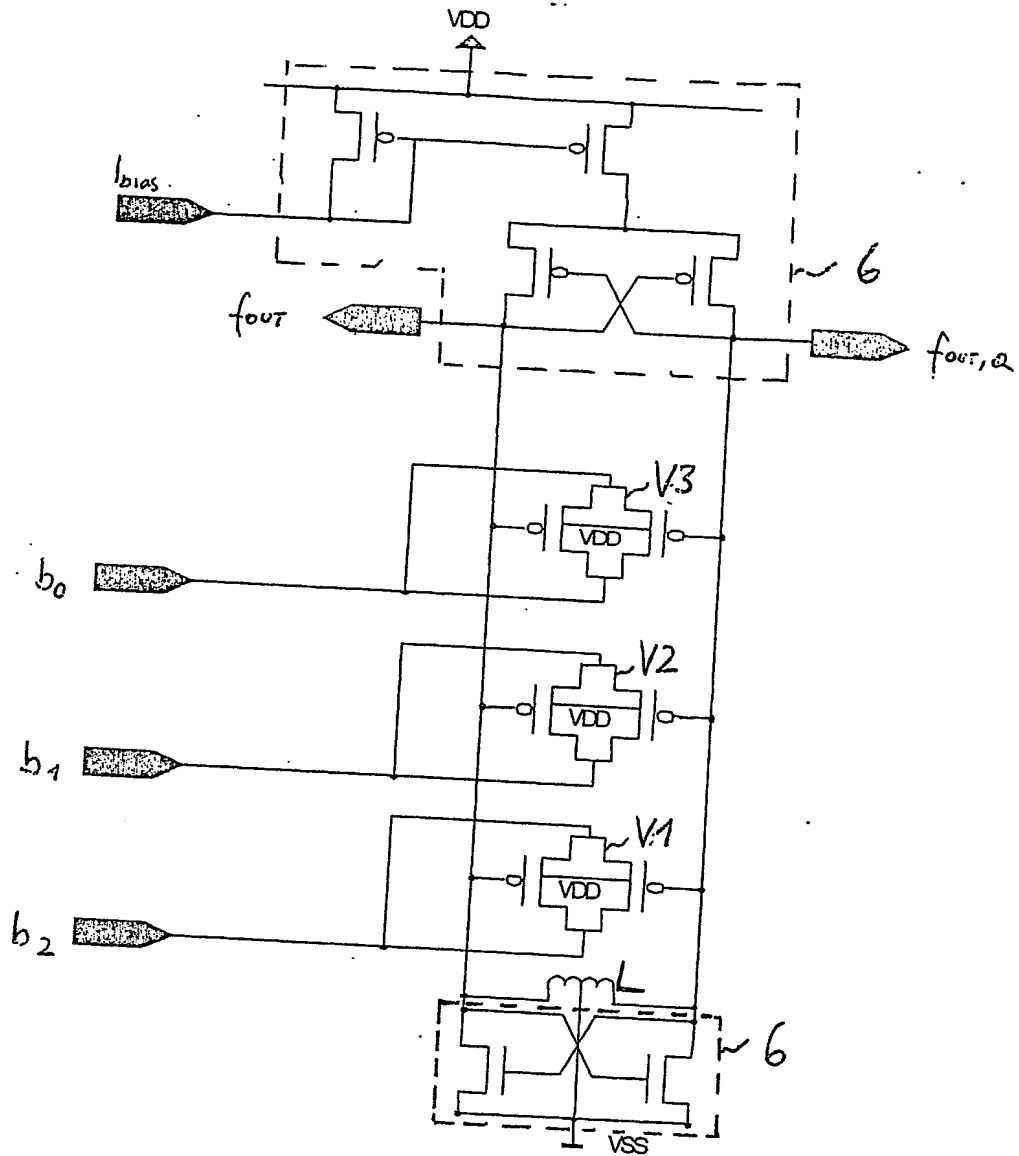


Fig. 6

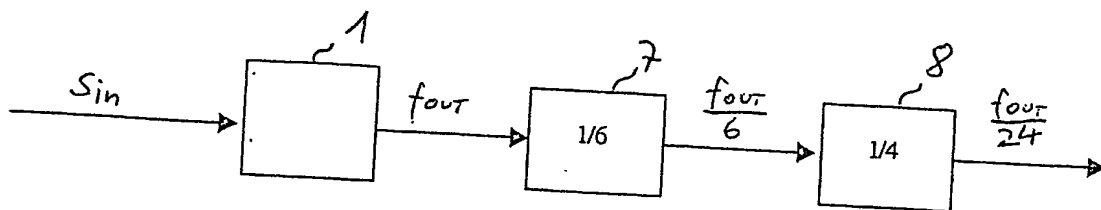


Fig. 7

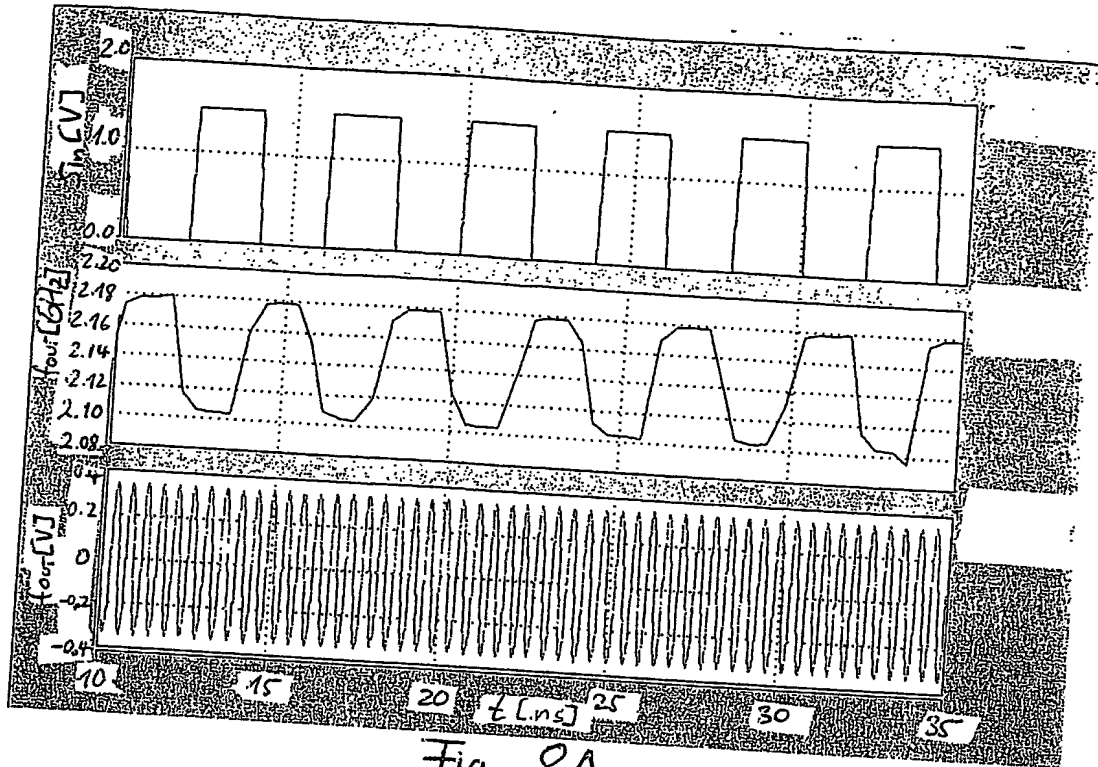


Fig. 8A

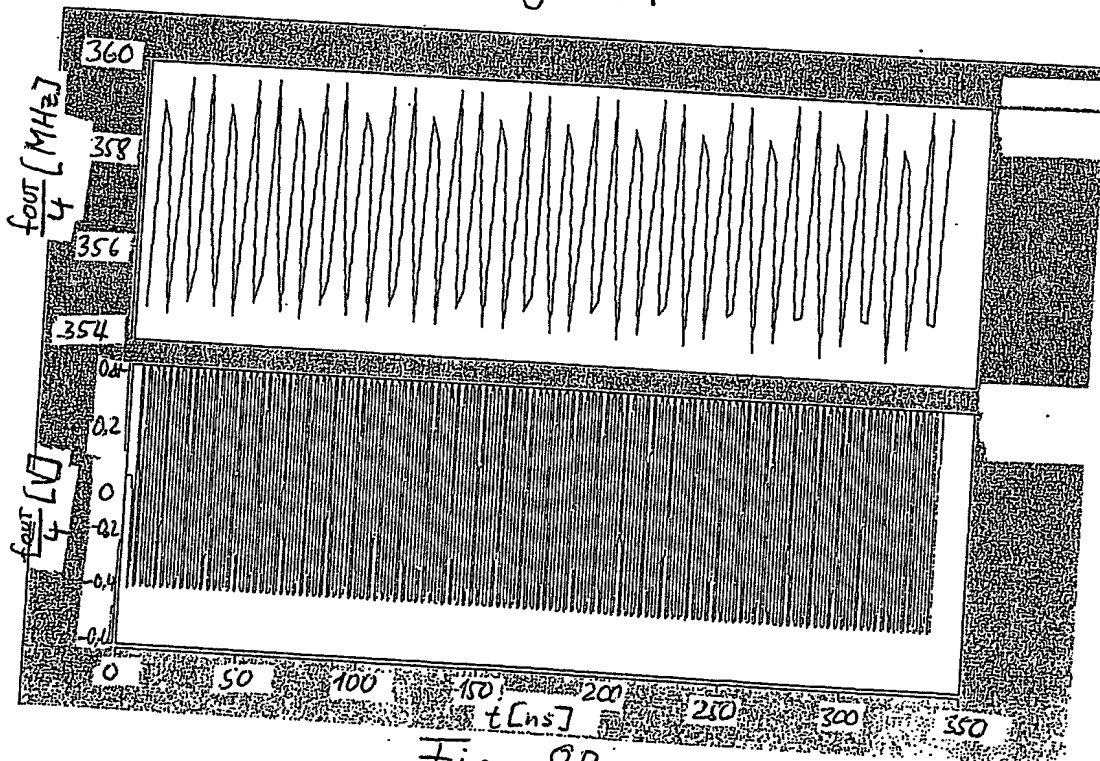


Fig. 8B

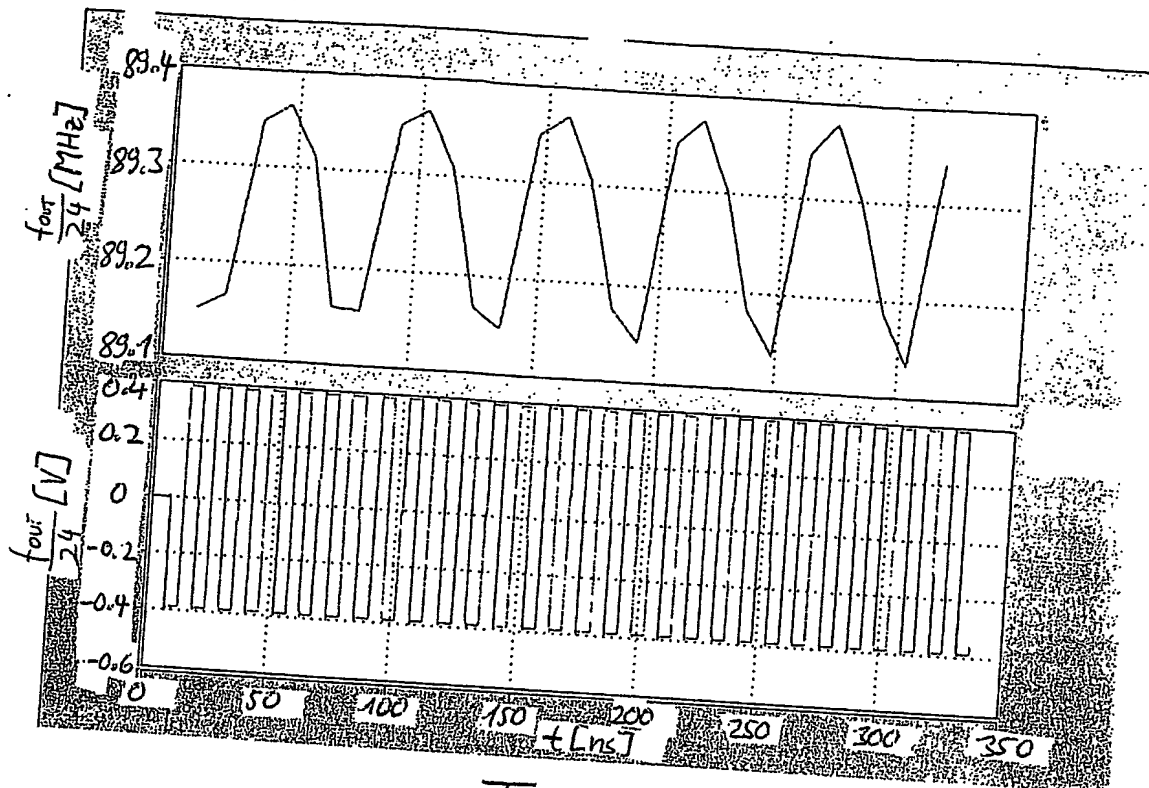


Fig. 8C

Zusammenfassung

Vorrichtung und Verfahren zur Frequenzsynthese

- 5 Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur
Frequenzsynthese mit Oszillatormitteln, insbesondere einem
digital gesteuerten Oszillator, welche Ausgangsfrequenzen aus
einer Menge von möglichen Ausgangsfrequenzen erzeugen können,
vorgeschlagen. Zur Erzeugung einer gewünschten Frequenz,
10 welche nicht in der Menge möglicher Ausgangsfrequenzen
enthalten ist, werden die Oszillatormittel (1) von einer
Steuervorrichtung (2) derart angesteuert, dass diese im
Wechsel mindestens zwei verschiedene Ausgangsfrequenzen aus
der Menge möglicher Ausgangsfrequenzen derart erzeugen, dass
15 der Mittelwert der erzeugten Ausgangsfrequenzen über einen
Zeitraum im Wesentlichen die gewünschte Frequenz ist.

(Fig. 2)

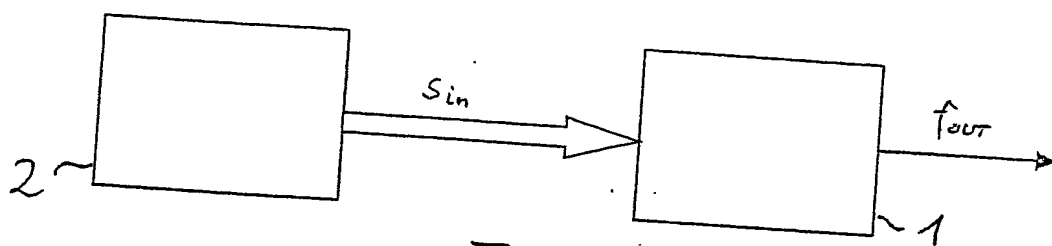


Fig-2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.